

Étude du pouvoir pathogène des isolats de *Verticillium dahliae* Kleb. issus de l'olivier (picholine marocaine) au Maroc

Mostafa CHERRAB ¹, Driss ZAOUÏ ¹, Amina BENNANI ²
& Mohammed Najib SERRHINI ³

(Reçu le 29/02/2000 ; Révisé le 14/12/2001 ; Accepté le 12/01/2002)

تنوع قوة إحداث المرض لعزلات من *Verticillium dahliae* الآتية من الزيتون في المغرب

إن البيشولين المغربية تعتبر الفصيلة الأكثر زرعاً واستعمالاً في حقول الزيتون بالمغرب. بحيث تفوق زراعتها 92 % من مجموع أشجار الزيتون. إلا أنها حساسة ومهددة بمرض الذبول الفيرتيسيليومي والذي يسببه فطر *Verticillium dahliae* و لتحديد مدى تنوع إصابة الزيتون بهذا المرض، قمنا بتجربة مجموعة من عزلات هذا الفطر تنتمي إلى مناطق مختلفة من المغرب على هذه الفصيلة. وقد أثمرت النتائج على أن هناك تسلسل في قوة إحداث الإصابة تبدأ من الأقل حدة إلى الأكثر حدة. العزلات التي تنتمي إلى المناطق الجنوبية تعتبر الأكثر تنوعاً وتفاوتاً من حيث إحداث المرض. ونجد من بينها 210 عزلة الأكثر حدة. أما العزلات التي تنتمي إلى المناطق الشمالية فنجد 97، 153 و 166 هم الذين اعتبروا الأكثر حدة في إحداث المرض.

الكلمات المفتاحية : فصيلة بيشولين المغربية - الفيرتيسيليوم دالية - قوة إحداث المرض

Étude du pouvoir pathogène des isolats de *Verticillium dahliae* Kleb. issus de l'olivier (picholine marocaine) au Maroc

La picholine marocaine est la variété d'olivier la plus cultivée au Maroc. Elle occupe plus de 92% de la superficie oléicole. Malheureusement, elle s'est avérée sensible à la verticilliose. Une centaine d'isolats de *Verticillium dahliae* kleb. ont été collectés sur cette variété, dans différentes régions du Maroc. Parmi cette collection, 12 isolats ont été sélectionnés et testés pour l'analyse des pouvoirs pathogènes de *Verticillium dahliae* sur la variété picholine marocaine. Un continuum du degré de pathogénicité a été observé depuis les plus agressives jusqu'au moins agressives. Les isolats issus de la région Sud ont montré une grande variabilité du pouvoir pathogène. Les isolats 97, 153, 166 (issus des régions Nord) et l'isolat 210 (région du Sud) ont montré les degrés de pathogénicité les plus élevés.

Mots clés: Picholine marocaine - *Verticillium dahliae* - Pouvoir pathogène - Maroc

Pathogenicity of *Verticillium dahliae* Kleb. isolates from olive tree (picholine Moroccan) in Morocco

The picholine Moroccan is the most common variety of olive in Morocco. It occupies more than 92% of olive groves. Unfortunately, this variety is very susceptible to *Verticillium dahliae* Kleb. Many isolates of this fungus were collected from this variety, in different regions of Morocco. Only 12 isolates were tested to establish their virulence and pathogenicity. A continuum of the pathogenicity degree was found from the most aggressive isolates to the less aggressive. Isolates from southern region showed a high variability of pathogenicity. The isolates 97, 153, 166 (north region), and 210 (south region) were the most aggressive isolates of the pathogen.

Key words : Picholine Moroccan - *Verticillium dahliae* - Pathogenicity Morocco

¹ Faculté des Sciences. Université Chouaïb Doukkali, El Jadida, Maroc

² Faculté des Sciences. Université My Smail, Meknès, Maroc

³ Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, Maroc

[✉] Auteur correspondant, e-mail : cherrab@ucd.ac.ma

INTRODUCTION

La culture de l'olivier représente plus de 50% de l'ensemble des cultures arboricoles au Maroc ; elle occupe une superficie d'environ 412 000 ha, répartie en trois principales régions (Nord, Centre et Sud) (Anonyme, 1994). Actuellement, l'oléiculture marocaine est menacée par l'apparition de la verticilliose dont l'agent pathogène est *Verticillium dahliae* Kleb. C'est un champignon polyphage, capable d'infecter plus de 160 espèces de plantes (Schnathorst, 1981). La verticilliose de l'olivier a été décrite pour la première fois en Italie (Ruggieri, 1946). Elle s'est ensuite répandue dans tous les pays oléicoles du bassin méditerranéen (Montes *et al.*, 1997). La maladie produit deux types de symptômes : un dépérissement lent et un dépérissement aigu ou apoplexie (Zachos, 1963 ; Blanco-Lopez *et al.*, 1984 ; Serrhini & Zeroual, 1995).

La picholine marocaine qui est la principale variété cultivée au Maroc (plus de 92% de l'oliveraie) et d'autres variétés comme dahlbia et meslala sont sensibles à la maladie (Serrhini & Zeroual, 1995). L'extension de cette dernière connaît un développement inquiétant. En effet, la quasi-totalité des régions oléicoles prospectées sont infectées (Zeroual, 1994).

Plusieurs solutions ont été préconisées pour remédier à la maladie comme la solarisation (Tjamos, 1983) et certaines pratiques culturales comme le travail du sol, les méthodes d'irrigation etc. (Thanassouloupoulos *et al.*, 1981). Mais, comme la verticilliose est une maladie vasculaire, la résistance variétale constitue la meilleure méthode de lutte contre ce fléau. Cependant, *Verticillium dahliae* présente une diversité génétique importante qui lui confère une grande variabilité de pouvoir pathogène (Bhat & Subbarao 1999). Le comportement des variétés d'olivier peut varier selon la souche du pathogène. Ainsi, la variété *oblanga* réputée résistante en Californie (Hartmann *et al.*, 1971) s'est révélée sensible en Grèce (Tjamos *et al.*, 1985).

Cette étude consiste à évaluer le pouvoir pathogène et la virulence vis-à-vis de la picholine marocaine de plusieurs isolats de *Verticillium dahliae*, collectés dans différentes régions du Maroc. Cette évaluation permettra l'identification de souches très agressives pouvant servir à la sélection future de variétés d'olivier résistantes aux souches pathogènes locales. Ce travail se

justifie d'autant plus qu'un programme important de plantation d'oliviers est en cours de réalisation (MDRPM, DPA, 1999).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Origine des isolats

Douze isolats de *Verticillium dahliae*, issus d'oliviers présentant des symptômes de dépérissement verticillien, ont servi à l'étude du pouvoir pathogène (Tableau 1). Ils ont été choisis au hasard, à partir d'une collection du laboratoire de phytopathologie de l'ENA (École Nationale d'Agriculture) de Meknès. L'ensemble des isolats a été récolté dans différents vergers des principales régions oléicoles du Maroc. Ils ont été purifiés sur un milieu PGA (Goethal, 1971).

Tableau 1. Liste des isolats de *Verticillium dahliae* issus d'oliviers, utilisés dans cette étude

Isolats	Régions géographiques	Année d'isolement
97	Ain Taoujdat ¹	1995
161	Ain Taoujdat	1994
11	Dkhissa ¹	1995
153	Dkhissa	1995
166	Dkhissa	1995
210	Tamellalt ²	1994
191	Tamellalt	1994
E4	Tamellalt	1995
199	Attawia ²	1994
200	Attawia	1994
9	Gercif ³	1994
186	Béni Mellal ⁴	1994

¹ : Nord du Maroc, ² : Sud, ³ : Nord Est ; ⁴ : Centre du Maroc

Des explants de cultures monospores ont été repiqués dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA. Ces cultures ont été incubées à 22°C à l'obscurité. Les caractéristiques culturales ont été étudiées, au cours de deux semaines, selon les critères suivants :

- l'aspect du mycélium et sa pigmentation ;
- la croissance mycélienne mesurée diamétralement toutes les 24 heures ;
- les dimensions des conidies et des microsclérotés mesurées sur une centaine de répétitions.

2. Origine des plants

Les plants d'oliviers utilisés dans cette étude appartiennent à la variété picholine marocaine. Ils ont été fournis par des pépinières de la région de Meknès.

3. Test du pouvoir pathogène

Les isolats sont cultivés sur un milieu PDA, une suspension sporale est récupérée par grattage de la surface des colonies sur boîtes de Pétri à l'aide d'une spatule. Le taux d'inoculum est ajusté à 10^7 conidies/ml.

Pour chacun des isolats, le système racinaire de chacun des 5 plants d'oliviers de la variété picholine marocaine âgée de 18 mois est trempé pendant 20 minutes dans environ 1 litre de la suspension sporale. Les plants inoculés sont replantés dans des pots contenant du sol stérile et placés dans une serre.

Les symptômes externes de la maladie sont évalués 6 mois après l'inoculation. Le calcul de l'indice de sévérité est réalisé selon l'échelle de Thanassouloupoulos *et al.*, (1979) :

- 0 : arbre sain ;
- 1 : quelques brindilles mortes et faible défoliation ;
- 2 : mort sévère des brindilles, quelques branches latérales affectées ou mortes ;
- 3 : mort des brindilles et de 60% des branches ;
- 4 : mort de l'arbre.

Les symptômes internes sont évalués par l'indice de brunissement selon l'échelle de Subbarao *et al.*, (1995) modifiée pour être adaptée à un hôte arboricole tel que l'olivier. Au niveau du système racinaire, cet indice est estimé comme suit :

- 1 : apparence normale ;
- 2 : brunissement de moins de 10% des racines latérales ;
- 3 : brunissement d'environ 50% des racines ;
- 4 : brunissement intensif des racines latérales et réduction du système racinaire.

Au niveau de la partie aérienne, l'indice est estimé sur une longueur de 60 cm à partir du collet :

- 1 : pas de brunissement ;
- 2 : 10 à 25% de brunissement ;
- 3 : 25 à 50% de brunissement ;
- 4 : le brunissement couvre plus de 50% de l'organe.

L'effet de l'inoculation sur le poids des plants est évalué par la pesée de ceux-ci avant et après l'inoculation, en comparaison avec le témoin.

Le réisolement de *Verticillium dahliae* est effectué à partir des plants inoculés, 6 mois après l'inoculation. Pour ce faire, des fragments de tige et

des rameaux de 2 cm de longueur sont récupérés ; le prélèvement est réalisé tous les 10 cm sur une longueur de 70 cm à partir du collet. Ces fragments sont désinfectés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 5% pendant 2 minutes, transférés dans de l'éthanol 70% pendant 30 sec et rincées à l'eau distillée stérile. Chaque fragment est découpé en 10 petits fragments qui sont repiqués dans le milieu PDA amendé avec de la streptomycine (100 mg/ml). Les boîtes sont incubées à 22°C. Après 10 à 14 jours de culture, les colonies sont identifiées.

4. Analyse statistique

La plupart des valeurs des différents indices sont exprimées en pourcentage, une transformation angulaire est appliquée pour l'homogénéité des valeurs, en utilisant la formule Arcsin de la racine carrée de p/100 (Lison, 1968). L'analyse de la variance est effectuée selon le programme Statitcf ; la comparaison des moyennes en groupes homogènes est réalisée à $p < 0,05$ par le test de Newman-Keuls.

RÉSULTATS

Les caractéristiques culturales ont été déterminées par l'observation macroscopique et microscopique des isolats durant deux semaines d'incubation. Selon la pigmentation et l'aspect du mycélium, les isolats peuvent être classés en 6 morphotypes :

- G1 : colonies totalement noires à cause d'une production intense de microscélérotés ;
- G2 : colonies de couleur grise généralisée ; ce type est faiblement rencontré ;
- G3 : colonies noires à la périphérie (forte pigmentation), blanches au centre (mycélium cotonneux) ;
- G4 : couleur noire avec des touffes de mycélium floconneux dispersées à la surface de la colonie ;
- G5 : colonies totalement blanches, rarement rencontrées ;
- G6 : représenté par un seul isolat (colonie et microscélérotés de coloration orange).

Au cours des repiquages successifs, des variants morphologiques peuvent être régénérés, mais ils sont souvent écartés.

La croissance des isolats de *Verticillium dahliae* est généralement lente. Tous les isolats ont la même vitesse de croissance, excepté l'isolat V9 qui

montre une vitesse de croissance deux fois supérieure à celle des autres isolats. Après 14 jours de culture, le diamètre des colonies des isolats varie entre 3 cm et 6 cm, alors que l'isolat V9 montre, après 10 jours de culture seulement, 8 cm de diamètre.

Les dimensions en longueur et en largeur des conidies et des microsclérotés ne montrent aucune différences significatives entre les isolats. Le tableau 2 montre les valeurs des dimensions des conidies des isolats.

L'ensemble des isolats testés se sont révélés pathogènes sur la variété picholine marocaine. La virulence est variable d'un isolat à un autre. Plusieurs paramètres ont été considérés pour l'évaluation de cette virulence.

Tableau 2. Dimensions des conidies et types morphologiques des isolats de *Verticillium dahliae* issus de l'olivier

Isolats	Morphotypes	Conidies en μm	
		Longueur \pm S E	Largeur \pm S E
97	G2	$4,38 \pm 1,47$	$2,38 \pm 0,71$
161	G1	$4,13 \pm 0,60$	$2,25 \pm 0,53$
11	G4	$4,13 \pm 1,03$	$2,37 \pm 0,40$
153	G3	$4,00 \pm 0,99$	$2,01 \pm 0,65$
166	G4	$3,75 \pm 1,02$	$2,38 \pm 0,40$
210	G2	$4,50 \pm 0,87$	$2,39 \pm 0,40$
191	G1	$5,00 \pm 1,18$	$2,24 \pm 0,53$
E4	G3	$4,38 \pm 0,66$	$2,35 \pm 0,66$
199	G3	$4,50 \pm 0,65$	$2,00 \pm 0,65$
200	G5	$3,88 \pm 1,09$	$2,00 \pm 0,65$
9	G6	$4,63 \pm 1,45$	$1,88 \pm 0,66$
186	G3	$4,00 \pm 1,15$	$1,88 \pm 0,66$

1. Indice de sévérité

Le tableau 3 illustre les valeurs de l'indice de sévérité enregistrées durant cette étude. On remarque que 3 isolats (97, 153 et 166), parmi 6 collectés dans la région du nord, montrent une virulence relativement importante par rapport aux autres.

Quant aux isolats collectés dans la région du sud, seulement un (210) parmi les cinq testés s'avère plus virulent. Les autres isolats présentent une virulence moyenne à faible ; les différences entre les valeurs enregistrées dans ce dernier groupe ne sont pas significatives. L'isolat 11 (région du Nord) présente l'indice de sévérité le plus faible.

2. Réduction du poids des plants

Une réduction relativement importante du poids moyen des plants inoculés, par rapport au poids moyen du témoin, a été enregistrée chez tous les isolats. Elle dépasse les 20% du poids initial moyen chez 7 isolats.

Le tableau 3 montre les différentes valeurs obtenues. L'isolat 199 provoque la plus forte réduction du poids d'environ 30%. L'isolat 11 montre une valeur négligeable.

Tableau 3. Influence de l'infection sur les plants de la variété picholine marocaine de l'olivier, inoculés avec des isolats de *Verticillium dahliae*

Isolats	Réduction du poids des plants (%g) ^x	Indice de sévérité ^y
97	29,63 a ^z	0,91 a
210	12,76 ab	0,72 a
9	12,41 ab	0,39 ab
166	22,00 a	0,85 a
153	21,20 a	0,85 a
200	18,93 ab	0,65 ab
186	21,23 a	0,52 ab
11	06,17 ab	0,26 ab
191	25,68 a	0,58 ab
161	20,56 a	0,65 ab
E4	15,71 ab	0,52 ab
199	30,77 a	0,59 ab
Témoin	00,00 b	0,00 b

x : réduction du poids frais des plants d'olivier inoculés par rapport au témoin ; **y** : indice de sévérité calculé selon l'échelle de Thanassouloupoulos *et al.*, (1979) ; **z** : les moyennes dans la colonne, suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à $P = 0,05$ utilisant le test Newman-Keuls.

3. Indice de brunissement

Au niveau de la partie aérienne (tige, rameaux), le brunissement des tissus vasculaires n'est pas homogène et uniforme chez tous les plants d'un même lot.

Pour un même isolat, certains plants montrent un brunissement clair et net, alors que chez les autres, le brunissement est pratiquement absent.

Les indices de brunissement moyens des différents lots ne présentent pas de différences significatives entre les isolats (Tableau 4).

Tableau 4. Indice de brunissement sur les tissus vasculaires des plants d'olivier (picholine marocaine) inoculés avec des différents isolats de *Verticillium dahliae*

Isolats	Indice de Brunissement ^x	
	Tige ^y	Racine ^z
97	0,79a ^v	1,12ab
210	0,52a	0,92ab
9	0,52a	0,72b
166	0,65a	0,99ab
153	0,92a	1,31a
200	0,65a	0,92ab
186	0,72a	0,98ab
11	0,59a	0,86ab
191	0,65a	0,98ab
161	0,52a	0,85ab
E4	0,39a	0,72b
199	0,46a	0,79b
Témoin	0,00b	0,00c

x: brunissement des vaisseaux de la tige et de la racine suite à l'infection, échelle ci-dessus de 1-4 où 1 : apparence normale – 4 : brunissement intensif ; **y** : l'indice de brunissement est évalué pour une longueur de 60 cm du collet ; **z** : évaluation du brunissement de la racine principale et des racines latérales proches du collet ; **v** : les moyennes de la colonne, suivies par la même lettre, ne sont pas significativement différentes à P = 0,05.

Contrairement aux parties aériennes, les tissus vasculaires du système racinaire révèlent un brunissement relativement important. Les indices de brunissement moyens montrent des différences significatives entre les isolats. L'isolat 153 se distingue par l'indice le plus élevé avec la valeur de 1,31. Les autres isolats présentent des indices élevés avec des valeurs comprises entre 0,85 et 1,12. L'indice de brunissement le plus faible a été enregistré chez les isolats 9 (Nord Est) avec 0,72 et E4, 199 (Sud) avec 0,79.

4. Réisolement de l'agent pathogène

Dans le but de confirmer et de déterminer la distribution du champignon pathogène le long des tissus vasculaires des plants infectés, le réisolement de l'agent pathogène a été effectué à différentes hauteurs de la tige. Les valeurs enregistrées montrent des différences significatives entre les isolats (Tableau 5).

La fréquence d'isolements positifs a dépassée 80 % à une hauteur de 10 cm à partir du collet, pour les isolats 97, 186, 210, 166, 191 et 153. L'isolat 11

(région du Nord) montre les fréquences d'isolements les plus faibles. D'une manière générale, la fréquence d'isolements diminue au fur et à mesure que le prélèvement est réalisé à des distances croissantes à partir du collet. Au-delà de 60 cm de celui-ci, l'isolement du pathogène devient rare, et seul les isolats cités ci-dessus ont été réisolés.

Tableau 5. Fréquence de réisolement des isolats de *Verticillium dahliae* à différentes hauteurs de la tige, à partir du collet, des plants d'olivier (picholine marocaine), six mois après l'inoculation

Isolats	Fréquence d'isolement ^x en %			
	0-10 cm ^y	20-30	40-50	60-70
97	92,5a ^z	55,0a	27,5 a	10,0 a
210	87,5 a	55,0 a	10,0 bc	07,5 a
9	30,0 cd	05,0 c	00,0 c	00,0 a
166	85,0 ab	52,5 a	12,5 bc	02,5 a
153	92,5 a	57,5 a	27,5 a	07,5 a
200	45,0 bcd	10,0 bc	00,0 c	00,0 a
186	82,5 ab	40,0 a	17,5 ab	05,0 a
11	20,0 d	02,5 c	00,0 c	00,0 a
191	80,0 ab	45,0 a	17,5 ab	02,5 a
161	65,0 abc	20 abc	02,5 c	00,0 a
E4	35,0 cd	07,5 c	00,0 c	00,0 a
199	72,5 abc	35,0 ab	10,0 bc	00,0 a
Témoin	00,0 e	00,0 c	00,0 c	00,0 a

x : présence/absence du *Verticillium dahliae* dans 10 fragments recueillis dans chaque section de la hauteur de la plante ; **y** : sections de 10 cm recueillies à différentes hauteurs pour la détermination de la présence / absence du *Verticillium dahliae* ; **z** : les moyennes en % dans chaque colonne, suivies d'une même lettre, indiquent l'absence d'une différence significative selon le test de Newman-Keuls à P = 0,05

DISCUSSION

Afin d'estimer le pouvoir pathogène de quelques isolats de *Verticillium dahliae* collectés dans différentes régions oléicoles du Maroc, quatre paramètres ont été considérés. Il s'agit de l'évaluation des degrés de l'altération foliaire (incidence de la maladie), le brunissement des tissus vasculaires racinaires et aériens, la réduction du poids des plants infectés par rapport au témoin et la distribution de l'agent pathogène le long des tissus vasculaires.

Concernant les symptômes foliaires, tous les isolats ont provoqué des symptômes nets de la verticilliose. Les isolats 97, 153, 166 (région du

nord) et 210 (région du sud) ont montré les symptômes les plus sévères, correspondant au dépérissement aigu.

Cependant, l'effet de l'infection sur les tissus internes ne concorde pas avec celui qui est observé sur les parties aériennes, puisque l'indice de brunissement des tissus vasculaires aériens ne montre pas de différences significatives entre les différentes parties de la plante pour les différents isolats. Au-delà de 20 cm du collet, les tissus vasculaires montrent des colorations brunâtres très réduites et localisées.

Toutefois, l'absence de brunissement ne signifie pas l'absence du pathogène. En fait, plusieurs isolements de *Verticillium dahliae* se sont révélés positifs dans des branches qui ont une apparence saine. Ceci peut être lié à une distribution hétérogène de l'agent pathogène dans les tissus de l'hôte (Woolliams, 1966).

Des résultats analogues sur olivier ont été rapportés par d'autres auteurs (Al-Ahmad & Mosli, 1993 ; Blanco-Lopez *et al.*, 1984 ; Wilhelm & Taylor 1965 ; Thanassouloupoulos *et al.*, 1979), et sur d'autres plantes (Chang & Eastburn, 1994 ; Eastburn & Chang, 1994).

La fréquence d'isolements positifs diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du collet. Ceci explique les difficultés rencontrées, habituellement, dans l'isolement des isolats de *Verticillium dahliae* à partir des tissus de plantes malades (Chang & Eastburn, 1994 ; Montes *et al.*, 1997).

Par contre, dans la partie proche du collet, les tissus montrent un brunissement intense et la fréquence d'isolement positif est très élevée. La variabilité de l'indice de brunissement des racines, par contre, apparaît nette, les différences étant significatives entre les isolats. Ceci peut être lié au fait que les racines constituent les premiers sites d'infection.

Quant à l'effet de l'infection sur le poids des plants infectés, tous les isolats ont provoqué une réduction relativement importante de celui-ci par rapport au témoin. Elle dépasse les 20% chez 7 isolats parmi 12 testés. Des résultats analogues ont été observés par d'autres auteurs (Naser & Al Momany, 1998 ; Blanco-Lopez *et al.*, 1984).

La combinaison des différents paramètres étudiés montre que, d'une manière générale, les résultats

observés montrent une certaine relation entre eux, même si un seul paramètre n'est pas suffisant pour établir une évaluation précise du pouvoir pathogène des isolats de *Verticillium dahliae*.

À l'issue de cette étude, une diversité du pouvoir pathogène a été mise en évidence au sein de la collection des isolats de *Verticillium dahliae* étudiés.

Cette diversité est apparemment liée à la variabilité génétique de l'ADN génomique (Cherrab *et al.*, 2000) ou à l'hétérogénéité génétique du matériel végétal, la picholine marocaine est considérée comme variété-population, car elle renferme de nombreux types ou clones avec des différences morphologiques et agronomiques plus ou moins importantes (Ouazzani *et al.*, 1995). Le degré de pathogénicité des différents isolats testés varie selon un continuum depuis les plus agressives jusqu'aux moins agressives (Ashworth, 1983).

Les régions originelles des souches se caractérisent par la présence de cultures intercalaires comme la tomate, le cotonnier, la menthe, l'aubergine etc., sensibles à la verticilliose. L'impact de ces cultures sur la variabilité du degré de pathogénicité des isolats n'est pas à écarter.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Al-Ahmad M.A. & Mosli M.N. (1993) *Verticillium wilt* of olive in Syria. *EPPO Bull.* 23 : 521-529
- Anonyme (1994) Situation actuelle de l'oléiculture au Maroc. *MAMVA, DPV*, 32 p. Rabat
- Ashworth L.J.J.R. (1983) Agressiveness of random isolates of *Verticillium dahliae* of cotton and quantitative relationship of internal inoculum to defoliation. *Phytopathology* 73 : 1292-1295
- Blanco-Lopez M.A., Jimenez-Diaz R.M. & Caballero J.M. (1984) Symptomatology, incidence and distribution of *Verticillium wilt* in olive trees in Andalusia. *Phytopathologia Mediterranea* 23 : 1-8
- Chang R.J. & Eastburn D.M. (1994) Host range of *Verticillium dahliae* from horseradish and pathogenicity of strains. *Plant Dis.* 78 : 503-506
- Cherrab M., Serrhini M.N. & Charest M.P. (2000) Characterization of Moroccan isolates of *Verticillium dahliae* Kleb using RAPD markers. *J. Phytopathology* 148 : 243-249

- Eastburn D.M. & Chang R.J. (1994) *Verticillium dahliae* : A causal agent of root discoloration of horseradish in Illinois. *Plant Dis.* 78 : 496-498
- Goethal M. (1971) *Verticillium dahliae* Kleb. Agent d'une trachéomycose du carthame au Maroc. *Al Awamia* 39 : 39-53
- Hartmann H. Schnathorst W.C. & Whisler J. (1971) Oblonga, a clonal olive rootstock resistant to *Verticillium wilt*. *Calif. Agr.* 25 : 12-25
- Lison L. (1968) Statistique appliquée à la biologie expérimentale la planification de l'expérience et l'analyse des résultats. Paris, Gauthier-Villars, 346 p.
- Montes F., Paez J.I., Vega J.M. & Duhart M.E. (1997) Epocas de aislamiento de *Verticillium dahliae* Kleb en olivar en la provincia de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas* 23 : 439-447
- Naser Z.W. & Al Momany A.R. (1998) Dissemination factors of verticillium wilt of olive in Jordan. *Dirasat. Agric. Sci.* 1(25) : 16-21
- Ouazzani N., Lumaret R. & Villemur P. (1995) Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification variétale de l'olivier (*Olea europea* L.). *Agronomie* 15 : 31-37
- Ruggieri G. (1946) A new disease of olive. *Ital. Agricola.* 83 : 369-372
- Schnathorst W.C. (1981) Life cycle and epidemiology of *Verticillium*. In Fungal wilt disease of plants. Mace M.E., Bell A.A., Beckman C.H., eds. Academic Press. pp. 133-144
- Serrhini M.N. (1992) Les maladies cryptogamiques importantes sur l'olivier au Maroc. *Séminaire sur le contrôle des plantes d'olivier, Rabat*
- Serrhini M.N. & Zeroual A. (1995) La verticilliose de l'olivier au Maroc. *Olivae* 58 : 58-61
- Subbarao V., Chassot A., Gordon T.R., Hubbard J.C., Bonello P., Mullin R., Okamoto D., Davis R.M. & Koike S.T. (1995) Genetic relationships and cross pathogenicities of *Verticillium dahliae* isolates from cauliflower and other crops. *Phytopathology* 85 : 1105-1112
- Thanassouloupoulos C.C., Biris D.A. & Tjamos E.C. (1979) Survey of *Verticillium wilt* of olive trees in Greece. *Plant Dis. Rep.* 63 : 936-940
- Thanassouloupoulos C.C., Biris D.A. & Tjamos E.C. (1981) Weeds hosts as inoculum of *Verticillium* in olive orchards. *Phytopathologia Mediterranea* 20 : 164-168
- Tjamos E.C. (1983) Prospects for controlling *Verticillium wilt* of olive trees by soil solarization. In *Hellenic congress on plant diseases and pests. Athens. Greece*
- Tjamos E.C., Thanassouloupoulos C.C. & Biris D.A. (1985) Resistance evaluation to *Verticillium dahliae* of olive rootstock. *3rd Nation. Phyto. Conf. of the Hellenic Phytopathological Society Volos.* 18 p.
- Wilhelm S. & Taylor J.B. (1965) Control of *Verticillium wilt* of olive through natural recovery and resistance. *Phytopathology* 55 : 310-316
- Woolliams G.E. (1966) Host range and symptomatology of *Verticillium dahliae* in economic weed, and native plants in interior british colombia. *Can. J. Plant Sci.* 46 : 661-669
- Zachos D.G. (1963) La verticilliose de l'olivier en Grèce. *Ann. Inst. Phytopath. Benaki, N. S.* 5 : 105-107
- Zeroual A. (1994) Contribution à l'étude de la verticilliose de l'olivier au Maroc. *Mémoire de 3^{ème} cycle en agronomie. E.N.A. Meknès*, 98 p.